

망막신경섬유층 사진과 주파수배가시야검사계의 녹내장 조기 진단 능력의 비교

이준성¹ · 허 환¹ · 박상우¹ · 양건진²

전남대학교 의과대학 안과학교실¹, 베스트안과의원²

목적: 망막신경섬유층 사진과 비교하여 주파수배가시야검사계의 녹내장 조기 진단의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 전체 98명의 환자에서 98안을 대상으로 3개월 이내에 주파수배가시야검사계, 망막신경섬유층 사진 촬영 및 빛간섭단층촬영을 시행하였다. 망막신경섬유층 사진과 주파수배가시야검사계의 결과를 기준으로 환자를 4개의 군으로 분류하였으며, 각 군에서 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정한 망막신경섬유층의 두께를 비교하였다.

결과: 망막신경섬유층 사진은 정상 소견을 보이나 주파수배가시야검사계에서 이상 소견을 보인 환자 군에서 빛간섭단층촬영기를 이용하여 측정한 망막신경섬유층의 두께치는 두 가지 검사 모두에서 정상 소견을 보인 환자군에 비해 6시, 7시, 10시에서 통계적으로 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < 0.050$).

결론: 망막신경섬유층 사진은 정상이나 주파수배가시야검사계에서 이상 소견을 보인 환자군에서 빛간섭단층촬영기로 측정한 망막신경섬유층의 두께는 제한된 영역에 한하여 유의한 감소를 보였다. 이는 녹내장의 조기 진단에 있어 망막신경섬유층 사진에 비하여 주파수배가시야검사계가 더 민감할 수 있음을 제시하는 소견일 수 있다.

〈대한안과학회지 2009;50(11):1674-1679〉

녹내장은 비가역적 진행성 질환으로 시신경유두 및 망막신경섬유층(retinal nerve fiber layer, RNFL)에 특징적인 손상을 일으킨다.¹ 일반적인 녹내장의 진단은 세극등현미경을 이용한 시신경유두 및 망막신경섬유층의 검사, 안압 측정 및 전방각검사, 시야검사 등으로 이루어진다. 일반적으로 녹내장에 의한 망막신경섬유층의 손상은 시신경유두의 변화나 시야결손에 선행하는 것으로 알려져 있다.^{2,3} 하지만 최근 RNFL의 구조적 손상이 시야결손에 반드시 선행하지 않을 수 있다는 보고 또한 있었다.⁴

망막신경섬유층의 구조적 손상은 일반적인 안저검사로는 진단하기가 어려워 망막신경섬유층 사진(RNFL photography)이 도입되었는데 이는 적색차단필터(red-free filter)를 이용하여 상대적으로 붉은 망막색소상피층과 맥락막의 색을 줄이고 하얀색의 망막신경섬유층이 잘 보이도록 대조도를 높여주는 원리를 이용한 것으로 망막신경섬유층 손상의 조기 진단 및 영구적이고 객관적인 평가를 가능하게 하였다.⁵ Sommer et al²은 시야검사서 이상 나타나

기 약 6년 전에 60%의 환자에서 망막신경섬유층 사진에서 비정상 소견이 발견되었다고 보고하였다.

기능적 검사 방법으로 주파수배가시야검사계(Frequency doubling technology perimeter FDT)는 망막의 M-y신경세포절(Y subset of Magnocellular ganglion cell; M-y)의 기능을 빈도배가환영(Frequency doubling illusion)을 이용하여 선택적으로 분석하는 것으로, M-y신경세포절을 이용하는 이유는 전체 망막신경세포의 3~5%를 차지하여 중복이 적은 M-y세포가 손상을 입을 경우 초기에 녹내장을 진단할 수 있으며, 조직학적으로 큰 축삭을 가진 M-y세포가 녹내장성 손상을 받기 쉽고, 또한 M-y 세포는 가쪽무릎핵(lateral geniculate body)의 M-y층으로 투사하는데 녹내장 환자에서 가쪽무릎핵의 M-y층의 세포밀도가 감소되어 있다는 연구 결과에 기인한다.⁶ 실제로 FDT가 표준자동시야측정계(Standard automated perimetry; SAP)보다 먼저 녹내장성 시야손상을 인지할 수 있다는 보고들이 있다.^{7,8}

이에 저자들은 시야검사서 나타나는 시야결손에 선행하여 비정상 소견을 인지할 수 있다고 알려진 위 두 가지 검사에 대하여 녹내장 조기 진단에 있어 유용성을 비교해 보고자 하였다.

대상과 방법

2007년 8월부터 2008년 7월까지 녹내장 클리닉에 내원

■ 접수 일: 2008년 11월 3일 ■ 심사통과일: 2009년 4월 7일

■ 통신저자: 박 상 우

광주시 동구 학동 8번지
전남대학교병원 안과
Tel: 062-220-6743, Fax: 062-227-1642
E-mail: exo70@jnu.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제100회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

한 환자에 대하여 우안을 선택하여 세극등현미경검사, 골드만 압평안압계로 안압측정, 전방각경검사, Humphrey 시야검사(Zeiss Humphrey, San Leandro, CA, USA), 산동 후안저검사, 시신경유두사진 및 RNFL photography, 각막두께측정(ultrasonic pachymeter, UP1000, Nidek, Japan) 경면현미경검사(specular microscope, Noncon ROBO CA, Konan, Japan), FDT, 빛간섭단층촬영(Optical coherence tomography; OCT) 등을 시행하였으며 검사에 영향을 줄 수 있는 기타 안과적(매체 혼탁 포함), 전신적인 질환이 있거나, 단순백내장제거술 및 인공수정체 삽입술을 제외한 안과적 수술력 및 시술 기왕력, 현성굴절검사에 의한 구면렌즈대응치(Spherical equivalent) $\pm 5D$ 이상, 최대교정시력(BCVA) 0.5 이하인 자는 대상에서 제외하였다. RNFL photography, FDT, OCT는 3개월 이내에 이 세 가지 검사를 모두 시행한 환자를 대상으로 하였다.

RNFL photography는 디지털 카메라(Nikon D200, JAPAN)가 장착된 안저카메라(TOPCON TRC NW6, JAPAN) 및 안저카메라에 내장된 red-free 필터를 이용하여 촬영하였으며 촬영된 사진은 환자의 정보를 모르는 두 명의 녹내장 전문의가 17인치 액정모니터를 통하여 평가하였다. 평가 시스템은 Quigley의 망막신경섬유층 평가 방법(grading system)을 이용하였으며 두 검사자 모두에서의 판정이 grade D1 이상일 때를 비정상군으로 분류하였다.⁹

FDT (Zeiss-Humphrey Systems, New York, USA)는 방안의 조명이 꺼진 상태에서 시력 교정을 한 후 threshold C-20 알고리즘을 사용하여 평가하였으며 pattern deviation plot에서 3점($p < 5\%$) 이상 모여 있고, 그 중 한 점이 $p < 1\%$ 일 경우 비정상군으로 간주하였다. 최소 2회 이상의 검사를 시행하여 공통된 부위에 시야 결손이 있는 자를 대상에 포함하였고 위음성(false negative) 및 위양성(false positive) 30% 이상, 주시 상실(fixation loss) 20% 이상인

경우 대상에서 제외하였다.

이상의 기준을 만족하는 환자를 대상으로 RNFL photography와 FDT의 결과에 따라 각각 정상-정상, 정상-비정상, 비정상-정상, 비정상-비정상으로 분류하였으며 각 군에서의 망막신경섬유층의 두께를 OCT를 이용하여 분석하였다. OCT (software 3.0: Carl Zeiss Meditec, Dublin, CA, USA)는 fast RNFL scan을 이용하여 측정하였고 각 군에서 전체 평균 두께, 상측, 비측, 하측, 외측 사분역, 12개 시분역에서의 망막신경섬유층의 두께(RNFL thickness)를 비교하였다. 2회 이상 측정을 하였고 동심원이 시신경 유두의 중심에 위치하고 6 이상의 신호 강도를 보이는 경우만 대상에 포함하였으며 비정상-비정상인 군에서 시야결손 부위와 망막신경섬유층 사진의 결손 부위의 대응 위치가 일치하지 않는 경우는 제외하였다.

각 그룹 간에서 RNFL thickness를 비교하는 과정에서 연령이 유의한 영향을 미치는 것으로 나타나 연령을 보정한 후 공분산분석(ANOVA)을 이용하였고, 각 그룹 간의 차이는 사후검정(Scheffe, Duncan, Dunnett)을 이용하였다. 또한 그룹 1과 그룹 2에서 95% 신뢰구간 미만인 환자의 비율을 카이제곱검정(chi-square test)을 통하여 비교하였다. 모든 통계분석은 SPSS 14.0 통계 프로그램을 이용하였고 유의수준은 $p < 0.050$ 으로 정의하였다.

결 과

이상의 기준을 만족한 98명 98안을 대상으로 RNFL photography와 FDT의 결과에 따라 분류한 결과 각각 정상-정상(33안), 정상-비정상(23안), 비정상-정상(6안), 비정상-비정상(36안)이었다. 비정상-정상군은 통계적으로 유의한 결과를 나타내기에는 수가 부족하여 조사에서 제외하였으며 정상-정상군을 그룹 1, 정상-비정상군을 그룹 2, 비

Table 1. Patient demographics and clinical characteristics of each group

	Group 1	Group 2	Group 3	p
Number	33	23	36	
Gender (Male/Female)	21/12	14/9	14/22	0.183 [‡]
Age	57.6 \pm 10.4	60.1 \pm 9.2	66.1 \pm 8.3	0.001 [§]
Spherical equivalent (D)	-0.76 \pm 1.09	-0.42 \pm 1.43	0.81 \pm 1.61	0.782 [§]
BCVA [¶] (LogMar)	0.07 \pm 0.02	0.09 \pm 0.04	0.11 \pm 0.04	0.119 [§]
Intraocular pressure (mmHg)	12.67 \pm 1.45	13.43 \pm 1.34	13.75 \pm 2.67	0.079 [§]
Central corneal thickness (μ m)	548.97 \pm 22.11	544.96 \pm 22.82	551.00 \pm 24.75	0.625 [§]
SAP [#] MD* (dB)	-1.03 \pm 1.58	-2.13 \pm 1.39	-6.68 \pm 2.74	0.001 [§]
SAP [#] PSD [†] (dB)	1.76 \pm 0.92	2.99 \pm 1.67	7.10 \pm 2.65	0.001 [§]
FDT** MD* (dB)	-2.43 \pm 1.75	-3.42 \pm 1.27	-7.04 \pm 4.06	0.001 [§]
FDT** PSD [†] (dB)	1.94 \pm 1.27	3.74 \pm 0.99	6.65 \pm 2.98	0.001 [§]

* MD=mean deviation; [†] PSD=pattern standard deviation; [‡] Chi-square test; [§] Analysis of variance (ANOVA); [¶] BCVA=best corrected visual acuity; [#] SAP=standard automated perimetry; ** FDT=frequency doubling technology.

정상-비정상군을 그룹 3으로 명명하였다. 각 그룹에서 연령은 각각 57.6 ± 10.4 , 60.1 ± 9.2 , 66.1 ± 8.3 으로 유의한 차이가 있었으며($p=0.010$) 기타 성별, 구면렌즈대응치, 교정시력 등은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 각 그룹 간의 FDT의 mean deviation은 각각 -2.43 ± 1.75 dB, -3.42 ± 1.27 dB, -7.04 ± 4.06 dB ($p=0.010$), pattern standard deviation은 각각 1.94 ± 1.27 dB, 3.74 ± 0.99 dB, 6.65 ± 2.98 dB ($p=0.010$)으로 그룹 3에서 그룹 1,2에 비하여 더 좋지 않은 결과를 보였다(Table 1).

세 그룹 간의 RNFL thickness의 비교에서 외측사분역 및 4시분역을 제외하고 모든 영역에서 통계적으로 유의한 차이가 있음을 보였다. 사후검정 비교에서 전체평균, 상사분역, 하사분역, 비측사분역, 1시분역, 3시분역에서는 그룹

3이 그룹 1과 2보다 유의하게 평균 두께치가 낮은 것으로 나타났고, 6시분역, 7시분역, 10시분역에서 그룹 1과 그룹 2, 3간에 각각 유의한 차이가 있음이 나타났다. 5시분역, 8시분역, 9시분역, 11시분역에서는 그룹 1과 그룹 3 사이에서만 차이가 있었다(Table 2).

그룹 1과 그룹 2간의 카이제곱검정(chi-square test)를 이용한 95% 신뢰구간 미만인 환자 비율의 비교에서는 하사분역과 6시분역($p<0.050$)을 제외한 모든 영역에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(Table 3).

고 찰

녹내장은 초기에 자각증상이 없으므로 조기 진단이 무엇

Table 2. Mean retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography

	Group 1	Group 2	Group 3	p	Post Hoc
Average (μ m)	93.5 ± 12.0	89.1 ± 14.2	72.4 ± 22.7	<0.001	1, 2 vs 3
Nasal quadrant (μ m)	74.9 ± 25.6	69.3 ± 18.1	54.6 ± 16.0	<0.001	1, 2 vs 3
Inferior quadrant (μ m)	125.0 ± 13.2	102.1 ± 25.1	92.2 ± 38.2	<0.001	1, 2 vs 3
Temporal quadrant (μ m)	65.8 ± 26.0	69.0 ± 17.1	57.6 ± 18.0	0.094	
Superior quadrant (μ m)	116.3 ± 19.2	92.1 ± 20.1	85.4 ± 27.7	<0.001	1, 2 vs 3
1-o'clock (μ m)	101.8 ± 26.8	103.0 ± 26.7	81.3 ± 27.5	0.002	1, 2 vs 3
2-o'clock (μ m)	74.0 ± 27.8	79.9 ± 20.1	64.6 ± 22.0	0.045	2 vs 3
3-o'clock (μ m)	64.2 ± 18.0	59.2 ± 17.1	47.0 ± 14.2	0.002	1, 2 vs 3
4-o'clock (μ m)	60.6 ± 15.1	55.0 ± 7.1	53.9 ± 16.6	0.125	
5-o'clock (μ m)	107.9 ± 32.7	93.3 ± 36.7	86.4 ± 43.0	0.039	1 vs 3
6-o'clock (μ m)	129.3 ± 38.0	101.9 ± 42.7	97.2 ± 43.0	0.001	1 vs 2, 3
7-o'clock (μ m)	125.2 ± 33.7	99.8 ± 29.0	87.8 ± 41.4	<0.001	1 vs 2, 3
8-o'clock (μ m)	80.5 ± 31.7	65.7 ± 18.1	59.8 ± 20.3	0.002	1 vs 3
9-o'clock (μ m)	63.5 ± 20.1	56.4 ± 14.0	48.1 ± 12.0	0.001	1 vs 3
10-o'clock (μ m)	94.5 ± 37.6	73.6 ± 22.3	63.1 ± 25.9	<0.001	1 vs 2, 3
11-o'clock (μ m)	124.5 ± 33.1	107.4 ± 27.1	90.7 ± 32.8	<0.001	1 vs 3
12-o'clock (μ m)	122.0 ± 31.8	110.1 ± 26.7	84.6 ± 30.7	<0.001	1, 2 vs 3

Table 3. Proportion of eyes with RNFL thickness confidence interval $<5\%$ in group 1 and group 2

	Group 1	Group 2	p
Average	3 (9%)	5 (22%)	0.183
Nasal quadrant	5 (15%)	7 (30%)	0.170
Inferior quadrant	3 (9%)	7 (30%)	0.040
Temporal quadrant	3 (9%)	4 (17%)	0.355
Superior quadrant	5 (15%)	8 (35%)	0.087
1-o'clock	4 (12%)	7 (30%)	0.090
2-o'clock	4 (12%)	5 (22%)	0.335
3-o'clock	3 (9%)	5 (22%)	0.183
4-o'clock	4 (12%)	6 (26%)	0.179
5-o'clock	3 (9%)	5 (22%)	0.183
6-o'clock	3 (9%)	7 (30%)	0.040
7-o'clock	4 (12%)	7 (30%)	0.090
8-o'clock	4 (12%)	7 (30%)	0.090
9-o'clock	5 (15%)	8 (35%)	0.087
10-o'clock	5 (15%)	7 (30%)	0.170
11-o'clock	2 (6%)	4 (17%)	0.177
12-o'clock	4 (12%)	6 (26%)	0.179

보다 중요하며 이를 위한 검사들로는 크게 시신경 유두 및 망막신경섬유층의 형태를 관찰하는 것과 이들의 기능을 평가하는 것이 있다.

형태를 관찰하는 방법 중의 하나로써 RNFL photography는 일반적인 검안경 검사에 비해 상대적으로 검사자 간의 다양성을 줄일 수 있고, 영구적이며 여러 가지 평가 방법 (grading system)에 의해 반정량화가 가능하다.¹⁰ Park et al¹¹은 RNFL photography가 녹내장의 조기 진단율을 50% 향상시켰다고 보고하였다.

FDT는 측삭 돌기의 크기가 크고 수는 적은 M-y세포를 선택적으로 검사하여 녹내장의 조기 진단에 도움을 준다. FDT가 표준자동시야측정계(Standard automated perimetry SAP)보다 조기에 시야 결손을 발견할 수 있다는 보고는 이미 많이 발표되었는데, Medeiros et al⁷은 SAP에서 정상 소견을 보였던 환자에서 FDT를 이용하여 추후 SAP에서의 시야 결손을 예측할 수 있다고 하였으며, Kim et al¹²은 SAP은 정상이나 FDT는 비정상인 환자에서 두 가지 검사 모두에서 정상인 환자보다 제한된 영역에서 RNFL thickness가 더 낮다고 하였다.

이 두 가지 검사의 조기 진단의 도구로서의 효용성을 비교하기 위하여 저자들은 앞서 설명한 바와 같이 RNFL photography와 FDT의 결과에 따라 환자군을 분류하였고 전영역, 각 사분역, 각 시분역의 RNFL thickness를 비교하였다. 그룹 3과 그룹 2와의 비교에서 전체 평균 두께 및 비측사분역, 하사분역, 상사분역, 1, 3, 12시분역에서 그룹 3은 그룹 2에 비해 낮은 RNFL thickness를 보였으며, 이는 두 가지 검사에서 모두 비정상인 그룹과 RNFL photography는 정상이나 FDT만 비정상인 그룹 사이에 진단적으로 의미 있는 차이가 있음을 나타낸다.

한편 그룹 1과 그룹 2의 비교에서는 대부분의 영역에서 그룹 2는 그룹 1에 비해 더 낮은 RNFL thickness치를 가졌으나, 6, 7, 10시분역을 제외하고는 통계적으로 유의한 차이를 보이지는 않았으며, 두 그룹 간의 95% 이하의 신뢰구간을 갖는 환자의 비율의 비교에서는 하사분역 및 6시분역에서만 의미 있는 차이를 보였다. 하지만 녹내장 초기에 손상을 받는 것으로 알려진 시신경 유두의 아래쪽 영역에서 유의한 차이가 있다는 것은 두 가지 검사 모두에서 정상인 군에 비해 RNFL photography는 정상이나 FDT는 비정상인 군에서 OCT로 측정 가능한 망막신경섬유층의 구조적 변화가 해당 영역에 존재했음을 의미하고 이는 FDT의 조기 진단 도구로서의 유용성을 뒷받침 해준다고 볼 수 있으며, 대상 환자의 수가 늘어나면 유의한 차이를 갖는 영역은 늘어날 것으로 생각된다.

Quigley et al⁹은 망막신경섬유층의 밝기, 질감(texture),

혈관이 보이는 정도를 척도로 망막신경섬유층의 결손을 평가하는 반정량적이며 재현성이 높다고 밝혀진 grading system을 제안하였는데, 이는 망막신경섬유층의 결손을 정량화할 수 있다는 장점이 있으나 여전히 검사자의 주관적인 측면을 완전히 배제할 수 없으며 국소망막신경섬유층의 결손 또한 grading system에 포함되기는 하나 주로 미만성의 결손의 평가에 더 적합한 system임을 고려할 때 국소적 손상보다 발견하기 어렵다고 알려진 미만성 손상이 일부 누락될 가능성도 있어 녹내장의 집단검사 등에는 부적절하다는 보고도 있었다.^{5,13,15} 본 연구에서 RNFL photography는 비정상이나 FDT에서는 정상을 보인 환자군이 6안으로 그 수가 다른 군에 비해 적은 것은 RNFL photography 평가에 있어 위에서 언급한 Quigley grading system을 이용한 이유도 있겠으나, 이를 감안하더라도 그룹 2(RNFL photography: 정상, FDT: 비정상)에 비교할 때 현저한 환자의 수적 차이는 FDT가 조기 진단에 조금 더 유용하다는 단서일 수 있겠다.

본 연구의 제한점으로는 앞서 언급한 적은 대상 환자의 수, 서로 상관 지표가 없는 형태적인 검사 방법인 RNFL photography와 기능적인 평가 방법인 FDT의 직접적인 비교 분석이 부족하다는 점, 두 검사의 비교하는데 있어 OCT를 사용하였으나, OCT 또한 형태적인 검사방법이라는 점, RNFL photography를 평가하는데 한 가지 grading system만을 사용한 점, FDT는 정상이나 RNFL photography는 비정상인 환자군이 적은 수로 인해 비교에서 제외된 점 등을 들 수 있겠으며 앞으로 이에 대한 연구 및 보완이 필요하다.

결론적으로 녹내장의 진단은 형태학적인 이상 소견과 기능적인 이상 소견을 모두 고려하여 도출하여야 하지만 각각의 검사마다 민감도의 차이가 있을 수 있다. 녹내장의 조기 진단에 있어 RNFL photography와 FDT를 살펴본 본 연구에서 RNFL photography는 정상이나 FDT는 비정상인 환자군은 OCT를 이용하여 측정한 RNFL thickness에서 두 검사 모두에서 정상인 환자군에 비해 제한된 영역에서 유의한 차이를 보였으며 이는 FDT의 녹내장에 대한 조기 진단 도구로서의 유용성을 뒷받침한다. 또한 망막신경섬유층 사진은 정상이나 FDT는 비정상인 군의 환자수에 비해 망막신경섬유층 사진은 비정상이나 FDT는 정상인 환자군의 숫자가 현저히 적은 것은 직접적인 비교가 힘든 두 검사에 있어 FDT가 RNFL photography에 비해 조기 진단에 더 민감할 수 있다는 단서일 수 있으며 이에 대해 추가적인 연구가 요구된다.

참고문헌

- 1) Sommer A, Miller NR, Pollack I, et al. The nerve fiber layer in the

- diagnosis of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 1977;95:2149-56.
- 2) Sommer A, Katz J, Quigley HA, et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991;109:77-83.
 - 3) Tuulonen A, Lehtola J, Airaksinen PJ. Nerve fiber layer defects with normal visual fields. Do normal optic disc and normal visual field indicate absence of glaucomatous abnormality? *Ophthalmology* 1993;100:587-97.
 - 4) Hood DC, Kardon RH. A framework for comparing structural and functional measures of glaucomatous damage. *Prog Retin Eye Res* 2007;26:688-710
 - 5) Han ES, Park KH, Kim TW, Kim DM. The detection of retinal nerve fiber layer defect by modification of non-mydriatic digital fundus photograph. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:771-7.
 - 6) Clement CI, Goldberg I, Graham S, Healey PR. Humphrey matrix frequency doubling perimetry for detection of visual field defects in open-angle glaucoma. *Br J Ophthalmol* 2009;93:582-8.
 - 7) Medeiros FA, Sample PA, Weinreb RN. Frequency doubling technology perimetry abnormalities as predictors of glaucomatous visual field loss. *Am J Ophthalmol* 2004;137:863-71.
 - 8) Bayer AU, Erb C. Short wavelength automated perimetry, frequency doubling technology perimetry and pattern electroretinography for prediction of progressive glaucomatous standard visual field defect. *Ophthalmology* 2002;109:1009-17.
 - 9) Quigley HA, Reacher M, Strahlman E, et al. Quantitative grading of nerve fiber layer photographs. *Ophthalmology* 1993;100:1800-7.
 - 10) Sim JO, Park CK. Optic nerve head analysis obtained by optical coherence tomography for the diagnosis of glaucoma in Koreans. *J Korean Ophthalmol Soc* 2004;45:1885-93.
 - 11) Park SJ, Park KH, Yu YS, et al. Early detection of glaucoma with retinal nerve fiber layer photograph. *J Korean Ophthalmol Soc* 1998;39:1002-8.
 - 12) Kim TW, Zangwill LM, Bowd C, et al. Retinal nerve fiber layer damage as assessed by optical coherence tomography in eyes with a visual field defect detected by frequency doubling technology perimetry but not by standard automated perimetry. *Ophthalmology* 2007;114:1053-7.
 - 13) Weinreb RN, Shakiba S, Sample P, et al. Association between quantitative nerve fiber layer measurement and visual field loss in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1995;120:732-8.
 - 14) Weinreb RN, Zangwill L. Retinal nerve fiber layer evaluation in glaucoma. *J Glaucoma* 2001;10:S56-8.

=ABSTRACT=

Comparison of Frequency Doubling Technology Perimeter and RNFL Photography for Early Diagnosis of Glaucoma

Jun Sung Lee, MD¹, Hwan Heo, MD¹, Sang Woo Park, MD¹, Kun-Jin Yang, MD²

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School and Hospital¹, Gwangju, Korea
Best Eye Clinic², Gwangju, Korea

Purpose: To compare the frequency doubling technology perimeter (FDT) with retinal nerve fiber layer (RNFL) photography as a tool for the early detection of glaucoma.

Methods: Ninety-eight eyes of 98 patients were evaluated over a period of 3 months. According to the results of RNFL photography and FDT, Patients were divided into four groups based on the results of RNFL photography and optical coherence tomography (OCT). A comparison of the RNFL thickness of each group was performed using the OCT results.

Results: RNFL thickness in the group with abnormal FDT and normal RNFL were significantly decreased from those in the group with normal FDT and RNFL photography at the 6, 7 and, 10 o'clock area ($p<0.05$).

Conclusions: There were statistically significant differences in the RNFL thickness between the group with abnormal FDT and normal RNFL photography, and the group with normal FDT and RNFL photography within the limited areas. These results imply that FDT is more useful for the early detection of glaucoma than RNFL photography.

J Korean Ophthalmol Soc 2009;50(11):1674-1679

Key Words: FDT, Glaucoma, RNFL photography, Stratus OCT

Address reprint requests to **Sang Woo Park, MD**

Department of Ophthalmology, Chonnam National University Medical School and Hospital

#8 Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea

Tel: 82-62-220-6743, Fax: 82-62-227-1642, E-mail: exo70@jnu.ac.kr